

МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В МЕТАЛЛАХ

[538.22(049.3)

Magnetic Resonance in Metals. Ed. J. Winter, Oxford, Clarendon Press, 1971, 206 p.

Монография известного французского ученого Жака Винтера посвящена практически важному, интересному и трудному разделу магнитного резонанса — ядерному

магнитному резонансу в металлах. Это первая в мировой литературе монография, специально посвященная этому вопросу. Интерес к предмету возник у автора под влиянием работ крупного французского ученого Анатоля Абрагама, который вместе с сотрудниками лаборатории магнитного резонанса в Сакле принимал самое активное участие в обсуждении помещенного в книге материала. Несмотря на сравнительно небольшой объем книги (206 стр.), ее содержание охватывает все основные стороны этой проблемы. В ней изложены основы теории ядерного магнитного резонанса в чистых металлах и сплавах, в частности, содержащих ионы переходных элементов, рассматривается ядерный резонанс в сверхпроводниках и спиновый резонанс на электронах проводимости. Во вводных главах компактно изложены особенности электронной структуры металлов и сплавов и основы теории магнитного резонанса в проводящих средах. Подробно рассмотрены механизмы взаимодействий между ядерными спинами и другими степенями свободы в металлах. Книга хорошо иллюстрирована многочисленными рисунками и графиками. Всюду, где это возможно, автор сравнивает выводы теории с результатами экспериментов.

Весь изложенный в книге материал распределен в десяти главах. Первые три главы предназначены для читателей, впервые приступающих к изучению предмета. В них вводятся и объясняются основные понятия магнитного резонанса, рассматриваются причины, вызывающие уширение и сдвиги резонансных линий. Особенное внимание уделено механизмам сверхтонкого магнитного взаимодействия между электронами в металле и ядерными магнитными моментами. Наконец, кратко рассмотрены свойства металлического состояния: поведение электрона в периодическом поле, влияние магнитного поля на электрон в решетке кристалла, статическая и динамическая электронная и ядерная восприимчивости в локальных и нелокальных полях.

В последующих главах подробно излагается теория и физика эксперимента в области ядерного резонанса в металлах. В четвертой главе рассмотрена теория ширины линий, сдвига Найта, времен релаксации, эффект Оверхаузера, теория формы линий и ее уширения для случаев различного рода прямых и косвенных взаимодействий. Подробно рассмотрена концепция спиновой температуры. Пятая глава посвящена квадрупольным эффектам в совершенных металлах. Рассматривается энергетический спектр ядерных уровней, механизмы релаксации, форма линий при наличии квадрупольных взаимодействий, акустический резонанс в металлах. В следующей главе собраны сведения о результатах экспериментального изучения металлов методом ядерного магнитного резонанса. Приведены таблицы и графики значений и зависимостей восприимчивостей, времен релаксации, найтовских сдвигов и других параметров от поля, частоты и температуры для щелочных и благородных металлов.

В восьмой и девятой главах рассмотрен ядерный резонанс в сплавах, жидких металлах, жидких сплавах, а также сплавах с элементами переходных металлов. Эти главы содержат наряду с теорией ширины, формы и положения резонансных линий, много экспериментальных данных. Рассмотрен эффект Кондо, а также ядерный магнитный резонанс в ферромагнетиках. Следует заметить, что эти вопросы изложены весьма бегло и поверхностно. Ссылки на работы советских авторов, внесших значительный вклад в изучение последнего эффекта, вообще отсутствуют. Предпоследняя, девятая, глава посвящена теории ядерного резонанса в сверхпроводниках. После очень короткого изложения некоторых сведений из квантовой теории сверхпроводимости рассматриваются ожидаемые качественные особенности ядерного резонанса в сверхпроводниках. Обсуждается сдвиг Найта и ядерная релаксация в сверхпроводниках первого рода, а также некоторые специфические требования к экспериментальной технике. Приведены соображения общего характера относительно ожидаемого характера ядерного магнитного резонанса в сверхпроводниках. Недостаток экспериментальных данных и отсутствие надежной теории делают эту главу описательной.

В последней главе книги рассмотрен магнитный резонанс на нелокализованных и локализованных электронах в металлах, а также связь с ядерным магнитным резонансом. Вследствие большой ширины резонансной линии резонанс на электронах проводимости наблюдается только на небольшом числе металлов, при определенных условиях. Эта глава является одной из самых интересных в книге. К сожалению, она далеко не полно отражает современное состояние вопроса. В ней развита феноменологическая теория ширины и формы линии, а также квантовая теория D -фактора. Рассмотрено уширение линии благодаря наличию примесей, особенности резонанса в сплавах, достаточно подробно рассмотрено явление спин-волнового резонанса.

Приведенный в конце книги небольшой список цитируемой литературы содержит ссылки на 204 руководства, монографии и статьи. Он охватывает основные работы по магнитному резонансу в металлах до 1968 г.

Рецензируемая книга закрывает большой пробел в теории магнитного резонанса. Написанная компетентным автором, она представляет большой интерес для весьма широкого круга советских читателей: научных работников, инженеров, аспирантов и студентов. Перевод ее на русский язык, дополненный теоретическими и экспериментальными работами последних лет, совершенно необходим.

Г. В. Скроцкий